

## **Información de rutas y videos desde la tecnología de escáner Láser Terrestre. PATRAC Modulo SP4.**

(Patrimonio accesible: I+D+i para una cultura sin barreras)<sup>1</sup>

Juan Manuel Corso Sarmiento  
Arquitecto

---

<sup>1</sup> Proyecto singular y estratégico del Ministerio de Educación y Ciencia, bajo el número de expediente PSE-380000-2007 finalizando su segunda anualidad con el número de expediente PSE-39-80000-2008.

## Introducción

Dentro del marco del Proyecto PATRAC (Patrimonio accesible: I+D+i para una cultura sin barreras<sup>2</sup>) se establecieron dos metodologías para configurar recorridos para edificios de carácter patrimonial, rescatando su importancia como tal e identificando las barreras arquitectónicas que limitan su movilidad para personas con discapacidades físicas.

Estas metodologías parten de la problemática de la escala del monumento, a escala arquitectónica se definió un proceso manual para la elaboración de las rutas y para escala Urbana se estableció una metodología semi – automática, ambas basadas en la Tecnología de Escáner Láser terrestre, como herramienta de visualización y como base de datos de alta precisión.

A continuación se explica cómo se fijaron los puntos entre los tramos de las rutas a escala arquitectónica sobre el museo marítimo de Barcelona, a escala urbana el proceso de identificación de las rutas se explica a profundidad en la tesis de máster Metodología para la evaluación de rutas óptimas en entornos urbanos a partir de datos de TLS<sup>3</sup>

## Casos de estudio

El primer paso para la definición de las rutas fue el análisis de las rutas a través de las diferentes exposiciones del museo e identificar los puntos de difusión de información del museo, al igual que indicar las salidas de emergencia, los servicios del museo y puntos de control remoto de funciones del edificio, figura 1.

Figura 1. Exposiciones y puntos de interés



Fuente: Propia.

## Precisión en la definición de los recorridos

Posterior a ello se identificaron los puntos críticos por cambios de niveles o elementos que limitaran la movilidad en silla de ruedas en un plano, estos puntos se

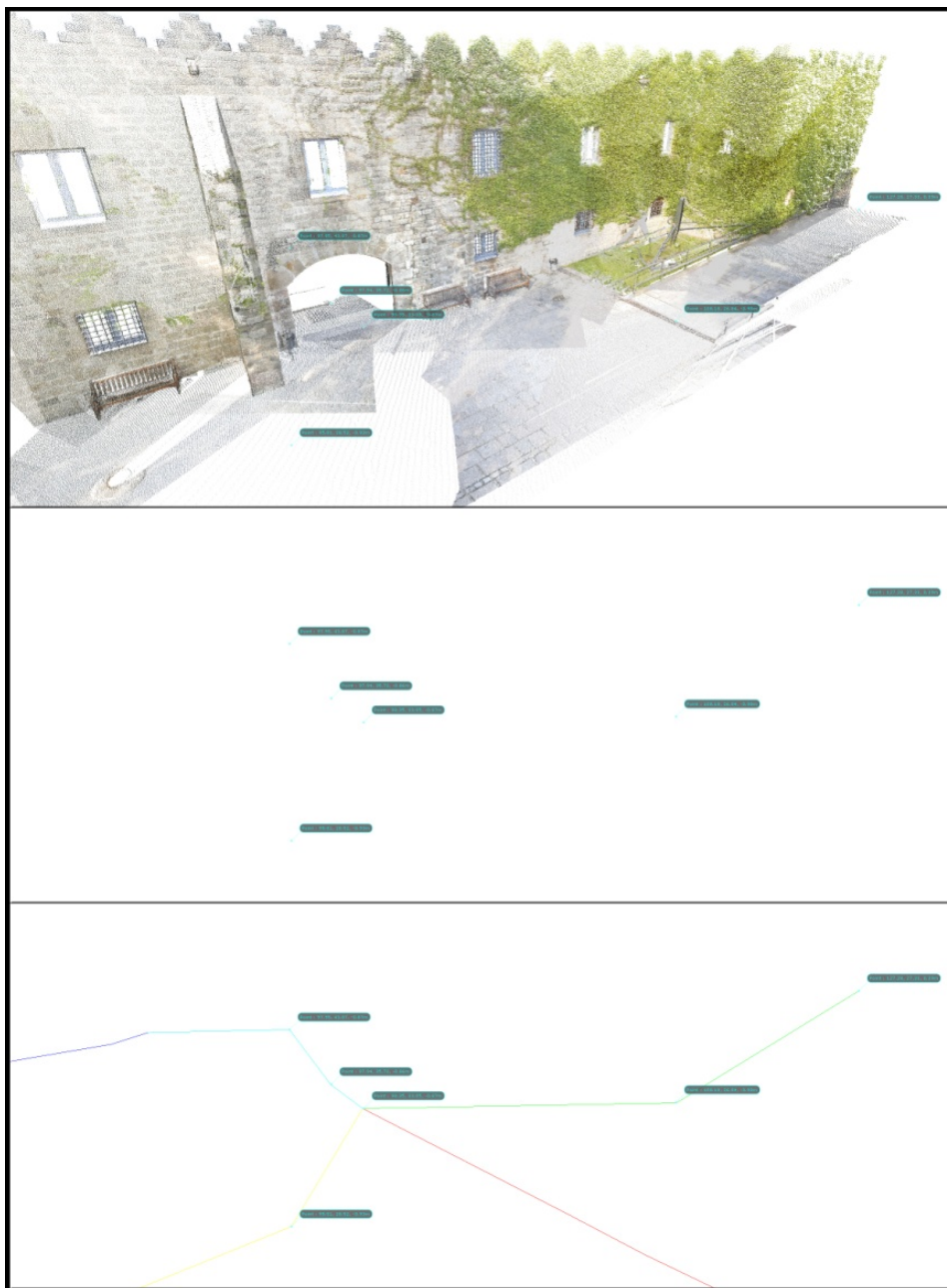
<sup>2</sup> PATRAC "Patrimonio Accesible: I+D+i para una cultura sin barreras" arrancó en 2007, cuando se aprobó como uno de los Proyectos Singulares y Estratégicos del Ministerio de Educación y Ciencia. La idea del proyecto PATRAC surgió de las necesidades identificadas por la línea estratégica de patrimonio cultural de la Plataforma Tecnológica Española de la Construcción

<sup>3</sup> VALLS, Francesc, Metodología para la evaluación de rutas óptimas en entornos urbanos a partir de datos de TLS, máster en gestión y valoración urbana, Universitat Politècnica de Catalunya, Julio 2010.

seleccionaron de forma manual sobre un modelo láser, provenientes de la tecnología de laser escáner terrestre, la cual recoge información tanto de color y intensidades, dentro de rangos de precisión que rondan los 3mm.

En primer lugar se generaron puntos que denotaban el nivel de posiciones específicas, ubicadas manualmente sobre el modelo láser (modelo de nubes de puntos), desde el programa Pointools 1.7. Estos puntos se exportaron como matrices X,Y,Z, que se introdujeron en Autocad para unirlos mediante vectores, clasificando estos vectores según los recorridos establecidos previamente, figura 2.

**Figura 2.** Selección de puntos críticos y configuración de las rutas, por cambio de nivel y en función de recorridos prediseñados, sobre el modelo de Láser Escáner Terrestre TLS, del museo Marítimo de Barcelona.

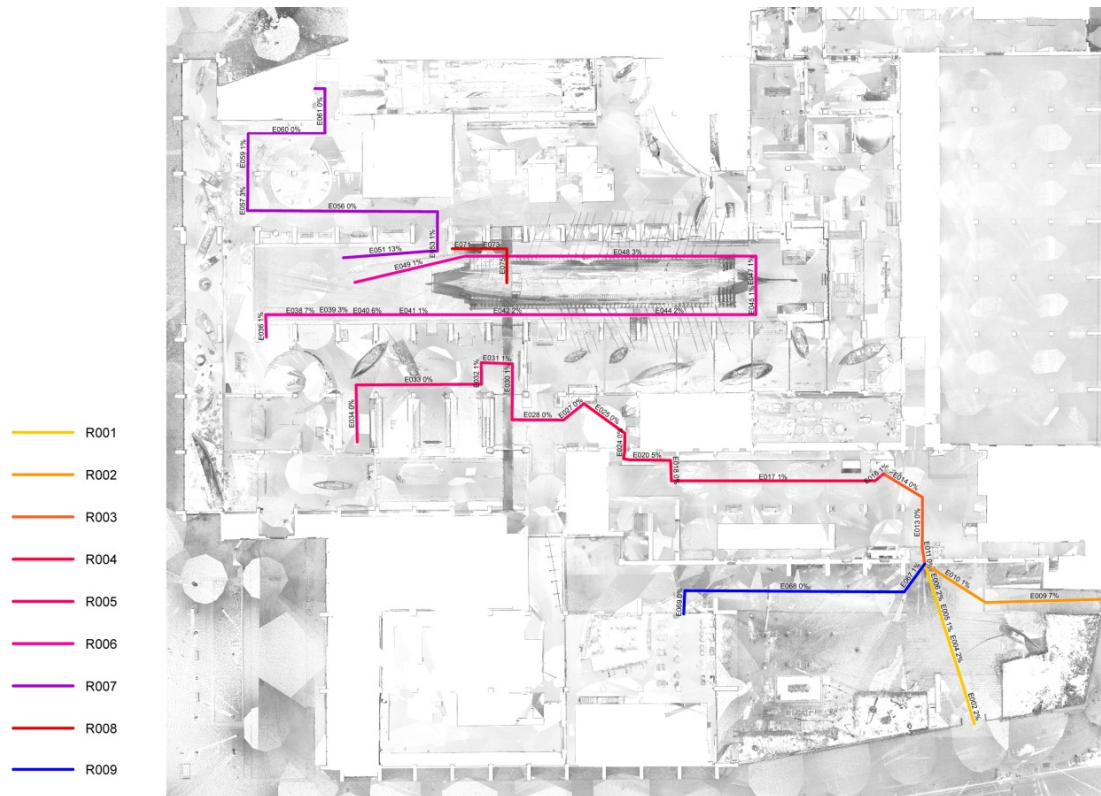


**Fuente:** Propia

## Sistemas de Información geográficos (SIG) en la administración de las bases de datos de los recorridos.

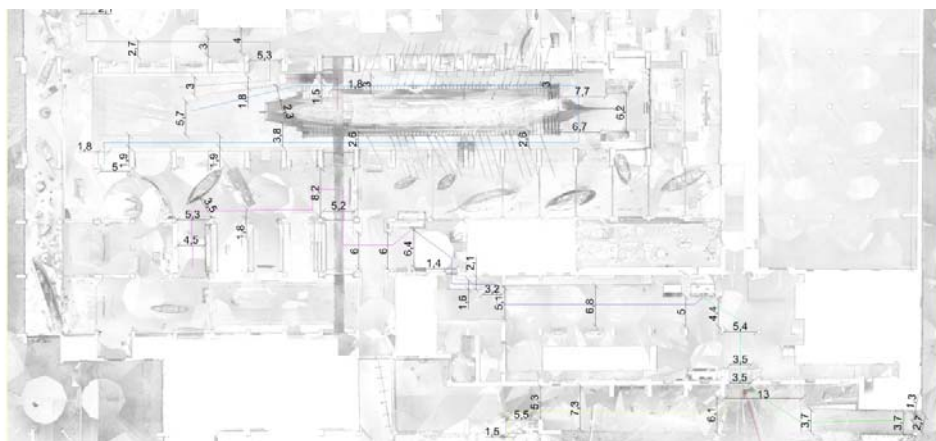
Al tener la información tanto de vectores como de los puntos que termina y comienza cada tramo, se ingreso en una única base de datos, en el programa ArcGis 9. Comenzando por definir cada tramo con un código en función de la tipología del trayecto y como plano base para entender los trayectos se utilizo una imagen ortogonal de la nube de puntos de la planta a escala 1/100, figura 3.

**Figura 3.** Mapa de Rutas y pendientes en ArcGis.



**Fuente:** Propia

**Figura 4.** Ancho de las rutas, puntos críticos.



Con la información generada para formatos GIS se logro anexar diferentes informaciones a ella, como los anchos de los recorridos, figura 4, de igual forma se obtienen las pendientes de los recorridos, al conocer los extremos de cada tramo, permitiendo la identificación de las pendientes (tabla 1), para posteriormente calcular el potencial de accesibilidad de cada recorrido en la herramienta de cálculo de rutas generada en el modulo SP4 de PATRAC.

**Tabla 1.** Información GIS de los tramos de las rutas, destacando el análisis de pendientes por tramo

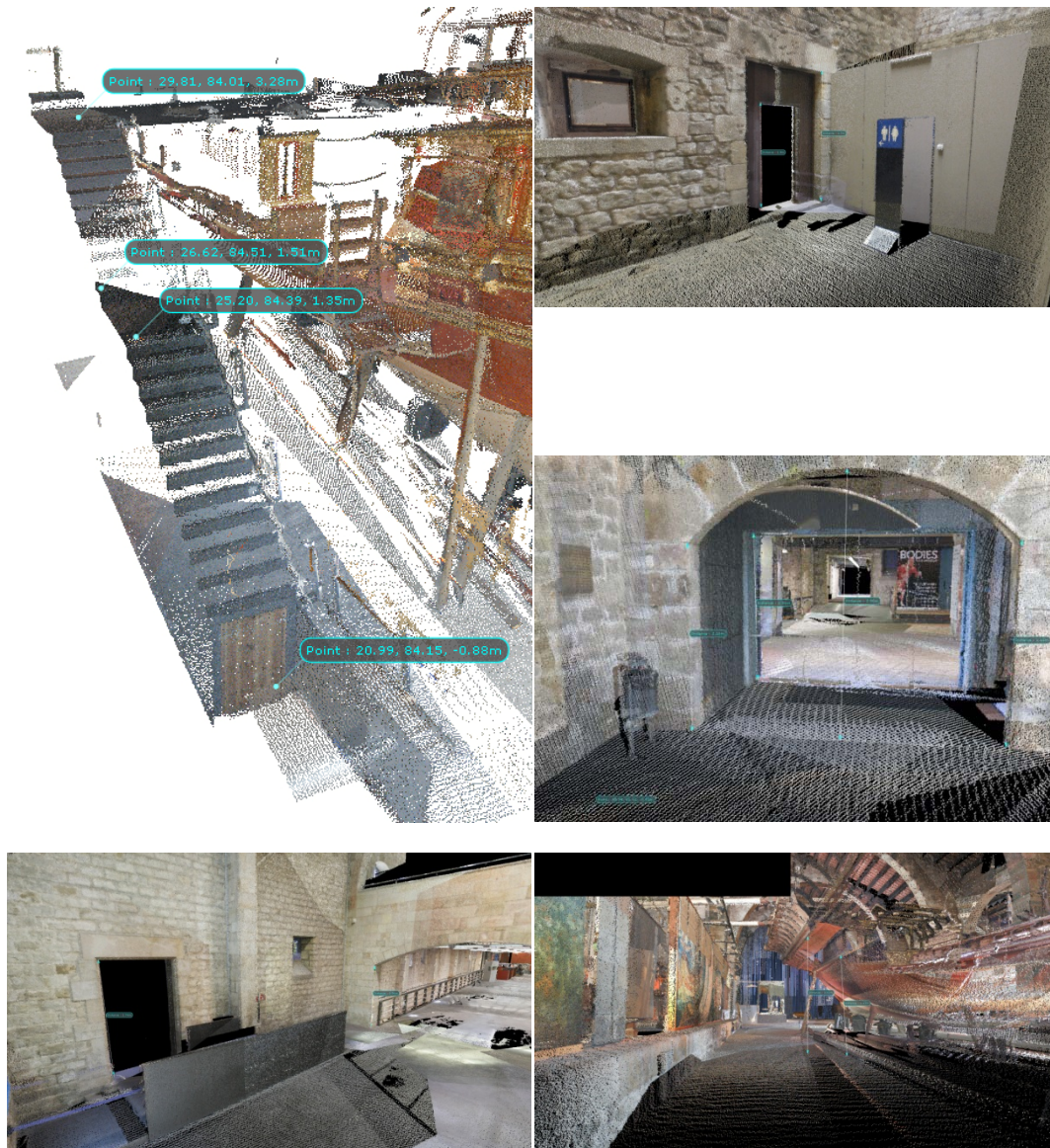
Nombre	Ruta	X	Y	Z	X2	Y2	Z2	ΔX	ΔY	ΔZ	Lenght_2D	Lenght_3D	Pendiente
E002	R001	106,34	7,12	0,46	104,82	12,25	0,55	1,52	-5,13	-0,09	5,35	5,35	1,68%
E003	R001	104,82	12,25	0,55	103,98	15	-0,88	0,84	-2,75	1,43	2,88	3,21	49,73%
E004	R001	103,98	15	-0,88	101,42	23,06	-1,05	2,56	-8,06	0,17	8,46	8,46	2,01%
E005	R001	101,42	23,06	-1,05	100,83	25,05	-1,02	0,59	-1,99	-0,03	2,08	2,08	1,45%
E006	R001	100,83	25,05	-1,02	98,32	33,06	-0,87	2,51	-8,01	-0,15	8,39	8,4	1,79%
E009	R002	127,28	27,33	0,39	108,17	26,81	-0,99	19,11	0,52	1,38	19,12	19,17	7,22%
E010	R002	108,17	26,81	-0,99	98,32	33,06	-0,87	9,85	-6,25	-0,12	11,67	11,67	1,03%
E011	R003	98,32	33,06	-0,87	97,91	35,68	-0,86	0,41	-2,62	-0,01	2,65	2,65	0,38%
E013	R003	97,91	35,68	-0,86	97,95	43,87	-0,87	-0,04	-8,19	0,01	8,19	8,19	0,12%
E014	R003	97,95	43,87	-0,87	91,68	47,66	-0,84	6,27	-3,79	-0,03	7,33	7,33	0,41%
E016	R004	91,68	47,66	-0,84	90,27	46,53	-0,83	1,41	1,13	-0,01	1,81	1,81	0,55%
E017	R004	90,27	46,53	-0,83	57,33	46,53	-1,08	32,94	0	0,25	32,94	32,94	0,76%
E018	R004	57,33	46,53	-1,08	57,2	49,85	-1,09	0,13	-3,32	0,01	3,32	3,32	0,30%
E019	R004	57,2	49,85	-1,09	56,38	49,88	-1,08	0,82	-0,03	-0,01	0,82	0,82	1,22%
E020	R004	56,38	49,88	-1,08	50,44	49,96	-0,78	5,94	-0,08	-0,3	5,94	5,93	5,05%
E021	R004	50,44	49,96	-0,78	49,6	50,13	-0,78	0,84	-0,17	0	0,86	0,85	0,00%
E022	R004	49,6	50,13	-0,78	49,77	51,34	-0,78	-0,17	-1,21	0	1,22	1,22	0,00%
E024	R004	49,77	51,34	-0,78	49,81	54,26	-0,78	-0,04	-2,92	0	2,92	2,92	0,00%
E025	R004	49,81	54,26	-0,78	43,17	59,09	-0,76	6,64	-4,83	-0,02	8,21	8,21	0,24%
E027	R005	43,17	59,09	-0,76	39,9	56,42	-0,74	3,27	2,67	-0,02	4,22	4,22	0,47%
E028	R005	39,9	56,42	-0,74	31,54	56,44	-0,7	8,36	-0,02	-0,04	8,36	8,35	0,48%
E029	R005	31,54	56,44	-0,7	31,61	60,94	-0,87	-0,07	-4,5	0,17	4,5	4,5	3,78%
E030	R005	31,61	60,94	-0,87	31,62	65,53	-0,9	-0,01	-4,59	0,03	4,59	4,59	0,65%
E031	R005	31,62	65,53	-0,9	26,58	65,73	-0,93	5,04	-0,2	0,03	5,04	5,04	0,59%
E032	R005	26,58	65,73	-0,93	26,6	62,24	-0,91	-0,02	3,49	-0,02	3,49	3,49	0,57%
E033	R005	26,6	62,24	-0,91	6,33	62,11	-0,98	20,27	0,13	0,07	20,27	20,27	0,35%
E034	R005	6,33	62,11	-0,98	6,52	52,83	-0,98	-0,19	9,28	0	9,28	9,28	0,00%
E036	R006	-8,19	69,85	-1,12	-8,3	73,5	-1,16	0,11	-3,65	0,04	3,65	3,65	1,10%
E037	R006	-8,3	73,5	-1,16	-7,24	73,5	-1,16	-1,06	0	0	1,06	1,06	0,00%
E038	R006	-7,24	73,5	-1,16	1,86	73,49	-1,79	-9,1	0,01	0,63	9,1	9,12	6,92%
E039	R006	1,86	73,49	-1,79	3,55	73,5	-1,84	-1,69	-0,01	0,05	1,69	1,69	2,96%
E040	R006	3,55	73,5	-1,84	12,75	73,5	-2,42	-9,2	0	0,58	9,2	9,22	6,30%
E041	R006	12,75	73,5	-2,42	18,57	73,5	-2,37	-5,82	0	-0,05	5,82	5,82	0,86%
E042	R006	18,57	73,5	-2,37	43,12	73,5	-1,84	-24,55	0	-0,53	24,55	24,55	2,16%
E044	R006	43,12	73,5	-1,84	71	73,5	-1,18	-27,88	0	-0,66	27,88	27,89	2,37%
E045	R006	71	73,5	-1,18	71	78,25	-1,14	0	-4,75	-0,04	4,75	4,75	0,84%
E047	R006	71	78,25	-1,14	71	83	-1,1	0	-4,75	-0,04	4,75	4,75	0,84%
E048	R006	71	83	-1,1	24,01	83	-2,39	46,99	0	1,29	46,99	47,01	2,75%
E049	R006	24,01	83	-2,39	6,14	78,75	-2,57	17,87	4,25	0,18	18,37	18,37	0,98%
E051	R007	4,28	82,74	-2,6	18,03	83,8	-0,87	-13,75	-1,06	-1,73	13,79	13,9	12,54%
E052	R007	18,03	83,8	-0,87	19,49	83,82	-0,88	-1,46	-0,02	0,01	1,46	1,46	0,68%
E053	R007	19,49	83,82	-0,88	19,48	86,25	-0,86	0,01	-2,43	-0,02	2,43	2,43	0,82%
E054	R007	19,48	86,25	-0,86	19,48	88,05	-1,09	0	-1,8	0,23	1,8	1,81	12,78%
E055	R007	19,48	88,05	-1,09	19,51	90,21	-1,04	-0,03	-2,16	-0,05	2,16	2,16	2,31%
E056	R007	19,51	90,21	-1,04	-11,24	90,38	-1,18	30,75	-0,17	0,14	30,75	30,75	0,46%
E057	R007	-11,24	90,38	-1,18	-11,18	93,6	-1,08	-0,06	-3,22	-0,1	3,22	3,22	3,11%
E058	R007	-11,18	93,6	-1,08	-11,19	96,34	-0,73	0,01	-2,74	-0,35	2,74	2,75	12,77%
E059	R007	-11,19	96,34	-0,73	-11,12	102,88	-0,67	-0,07	-6,54	-0,06	6,54	6,54	0,92%
E060	R007	-11,12	102,88	-0,67	1,27	102,89	-0,72	-12,39	-0,01	0,05	12,39	12,39	0,40%
E061	R007	1,27	102,89	-0,72	1,29	110,18	-0,71	-0,02	-7,29	-0,01	7,29	7,29	0,14%
E062	R007	1,29	110,18	-0,71	0,02	110,18	-0,7	1,27	0	-0,01	1,27	1,27	0,79%
E063	R007	0,02	110,18	-0,7	-0,33	110,18	-0,58	0,35	0	-0,12	0,35	0,37	34,29%
E064	R007	-0,33	110,18	-0,58	-2,82	110,18	-0,58	2,49	0	0	2,49	2,49	0,00%
E067	R008	98,32	33,06	-0,87	95,01	28,52	-0,93	3,31	4,54	0,06	5,62	5,62	1,07%
E068	R008	95,01	28,52	-0,93	59,51	28,73	-1,01	35,5	-0,21	0,08	35,5	35,5	0,23%
E069	R008	59,51	28,73	-1,01	59,33	24,95	-1,02	0,18	3,78	0,01	3,78	3,78	0,26%
E071	R009	21,89	84,2	-0,88	25,2	84,2	1,13	-3,31	0	-2,01	3,31	3,37	60,73%
E072	R009	25,2	84,2	1,13	26,62	84,2	1,13	-1,42	0	0	1,42	1,42	0,00%
E073	R009	26,62	84,2	1,51	29,81	84,2	3,28	-3,19	0	-1,77	3,19	3,65	55,49%
E074	R009	29,81	84,2	3,28	30,7	84,2	3,28	-0,89	0	0	0,89	0,89	0,00%
E075	R009	30,7	84,2	3,28	30,7	78,68	3,28	0	5,52	0	5,52	5,52	0,00%

**Fuente:** Propia, generada en ArcGis



Complementario a ello desde el programa Pointools se generaron imágenes de puntos críticos de los recorridos, con anchos o alturas acotadas, al igual que videos para ser visualizado antes de iniciar una ruta dentro del museo figura 5.

Figura 5.



**Fuente:** Propia

## VIDEOS de las rutas a escala arquitectónica (Museo Marítimo de Barcelona) y a escala Urbana (casco histórico de Tossa de Mar, Vila Vella)

Aunque se generaron dos metodologías distintas para los recorridos de cada monumento patrimonial, la representación previa de los recorridos, en la aplicación del demostrador es la misma, ya que los usuarios pueden ver el recorrido seleccionado previamente antes de recorrerlo, tanto a través del dispositivo móvil acoplado a la silla de ruedas como desde una página WEB, figura 6.

Cabe anotar que solo se realizaron 32 videos de los principales recorridos, como ejemplos de la aplicación, ya que el servidor actual no puede albergar todos los videos que se necesitarían para todos los trayectos, los cuales se repiten en ciertos tramos, ya que estos recorridos contemplan todas las posibilidades de accesibilidad a este casco urbano amurallado.

**Figura 6.** Ejemplo de recorrido desde la aplicación de la página web, la cual redirecciona a videos generados en Pointools pro 1.7.



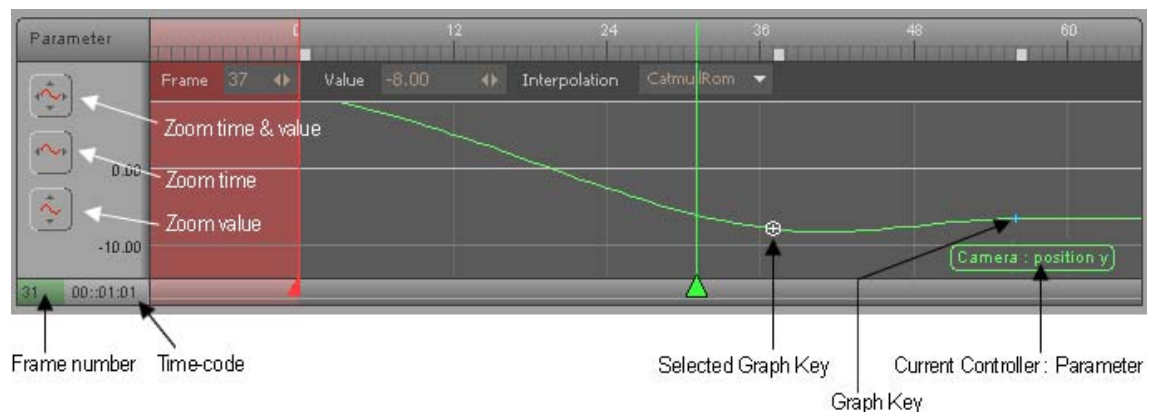
**Fuente:** Queraltó Ros, Pau; Valls Dalmau, Francesc. Herramienta de cálculo de rutas óptimas según parámetros de accesibilidad física en itinerarios urbanos. "ACE: Architecture, City and Environment", 25 Juny 2010, vol. V, núm. 13, p. 161-184.

Para estos videos se tomaron todas las tomas de datos del escáner láser terrestre (154 posiciones con 229.596.422 puntos) utilizando para su renderizado el programa pointools 1.7pro. Los trayectos de los videos se generaron mediante el "wizard" de

animación de dicho programa, dada la necesidad de mantener una velocidad homogénea en las diferentes rutas, ingresando las posiciones de la cámara y el objetivo sobre un recorrido preestablecido, el cual se distribuyó en una línea de tiempo también predefinida.

Una vez se tiene una base de los trayectos se editaron, tanto la posición de la cámara y el objetivo, ya que estos al generarse a través de una trayectoria curva tienden a desviarse de las rutas deseadas, realizando giros innecesarios o erróneos como al traspasar muros. Un ejemplo de dicha edición lo vemos en la figura 8, en la cual se editan las “keys” tanto la cámara como el objetivo para cada uno de los tres ejes de coordenadas.

**Figura 8:** Editor grafico de las animaciones



**Fuente:** Pointools 1.7pro User Guide, United Kingdom, Noviembre 2007

Para el renderizado del video se predefinió el formato de resolución de pantalla HDTV 1280 x 720 permitiendo la posibilidad de reproducir los videos en el formato 16:9 para pantallas de alta resolución. Igualmente se aplicó un filtro de “motion blur” de baja calidad, para suavizar el pixelado que genera realizar un video de una nube de puntos. Utilizando el formato del video Audio Video Interleave (avi), sin ninguna compresión del video para este renderizado base, puesto que posteriormente se editara y la doble compresión disminuiría la calidad del video, con una calidad de renderizado promedio, dada la cantidad de videos a realizar, en donde cada uno de estos videos sin comprimir pesa en promedio entre siete y ocho gigas.

Estos videos base se generaron para varias rutas al mismo tiempo, manteniendo el punto inicial y final entre trayectos, siendo videos extensos que se recortaron según cada uno de los trayectos, mediante el programa de edición de video Camptasia studio 7, ampliando la duración de primer y último cuadro de los videos recortados, para que cada video no terminara de forma repentina.

Estos videos finales se renderizaron en formato Windows Media Video (WMV) para facilitar su reproducción, utilizando el códec cinepak, en el cual cada trayecto pesa entre 19 a 350 kilobytes según la distancia de cada trayecto, logrando con ello un tamaño apropiado para su reproducción desde una página de internet, pero conservando a su vez la calidad del video inicial.